

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-45806

(P2000-45806A)

(43) 公開日 平成12年2月15日 (2000.2.15)

(51) IntCl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
F 0 2 D 13/02		F 0 2 D 13/02	J 3 G 0 6 2
			K 3 G 0 9 2
F 0 1 L 13/00	3 0 1	F 0 1 L 13/00	3 0 1 Y 3 G 3 0 1
F 0 2 B 31/00		F 0 2 B 31/00	L
31/02		31/02	L

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-220673

(22) 出願日 平成10年8月4日 (1998.8.4)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 三浦 創

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(74) 代理人 100078330

弁理士 笹島 富二雄

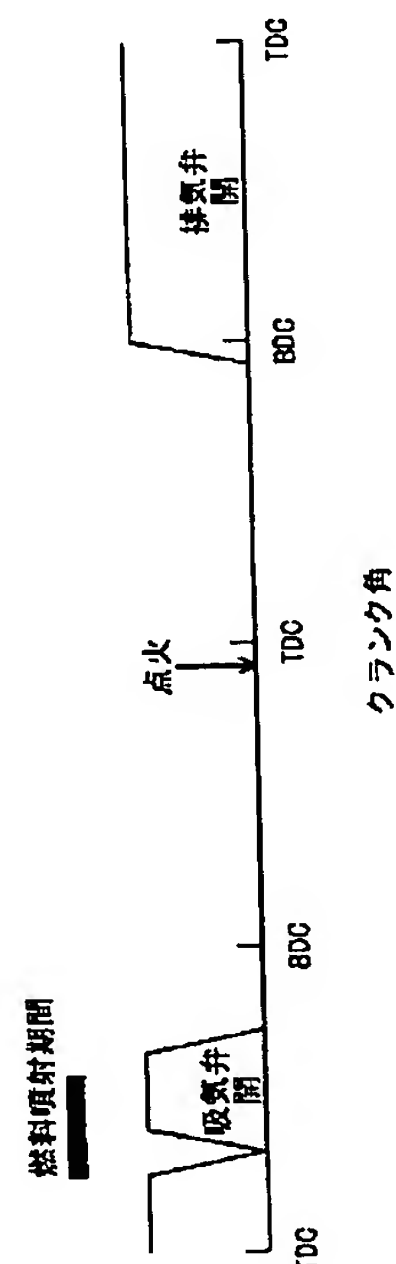
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の燃焼制御装置

(57) 【要約】

【課題】 電磁駆動式の吸気弁及び排気弁を備えて、ノンスロットル運転を行う内燃機関において、EGRガスと新気との成層化により、有効圧縮比を向上させて、燃焼改善を図る。

【解決手段】 排気行程終了（排気上死点）後も所定期間、1気筒につき2個備えられる排気弁のうち一方の排気弁を開いて、燃焼室内に排気を吸い戻すと共に、この排気（EGRガス）にスワールを付与する。そして、排気弁の閉弁後の吸気行程中に、又は、圧縮行程中で燃焼室内に負圧が存在する条件にて、1気筒につき2個備えられる吸気弁のうち前記一方の排気弁と対角線上にある吸気弁を開いて、燃焼室内に新気を吸入すると共に、この新気にスワールを付与する。更に、この新気のスワール流に乗せるように燃料噴射弁より燃料を噴射させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】電磁駆動式の吸気弁及び排気弁を備え、吸気弁の開期間を制御することにより吸入空気量を制御する内燃機関において、
排気行程終了後も所定期間、排気弁を開いて、燃焼室内に排気を吸い戻す排気弁制御手段と、
燃焼室内に吸い戻す排気にスワールを付与する排気スワール付与手段と、
排気弁の閉弁後、点火時期までに、吸気弁を開いて、燃焼室内に新気を吸入する吸気弁制御手段と、
燃焼室内に吸入する新気にスワールを付与する新気スワール付与手段と、
前記新気のスワール流に乗せるように燃料噴射弁より燃料を噴射させる燃料噴射制御手段と、
を含んで構成される内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項2】前記排気スワール付与手段は、前記排気弁制御手段により、1気筒につき2個備えられる排気弁のうち一方の排気弁のみを開いて、スワールを付与することを特徴とする請求項1記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項3】前記新気スワール付与手段は、前記吸気弁制御手段により、1気筒につき2個備えられる吸気弁のうち前記一方の排気弁と対角線上にある吸気弁のみを開いて、スワールを付与することを特徴とする請求項2記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項4】前記吸気弁制御手段は、排気弁の閉弁後の吸気行程中に、吸気弁を開いて、燃焼室内に新気を吸入することを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか1つに記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項5】前記吸気弁制御手段は、圧縮行程中で、燃焼室内に負圧が存在する条件にて、吸気弁を開いて、燃焼室内に新気を吸入することを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか1つに記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電磁駆動式の吸気弁及び排気弁を備えて、ノンスロットル運転を行う内燃機関（ミラーサイクルエンジン）の燃焼制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ポンプロスの低減による燃費向上を目的として、電磁駆動式の吸気弁及び排気弁を備え、吸気弁の開期間を制御することにより吸入空気量を制御して、ノンスロットル運転を行う内燃機関（ミラーサイクルエンジン）が注目されている。

【0003】その一方、ミラーサイクルではないが、特開平5-321702号公報に示されるように、吸気弁及び排気弁のバルブタイミングを、低回転領域に適した低速バルブタイミングと高回転領域に適した高速バルブ

タイミングとに切換可能なバルブタイミング切換手段を備え、前記バルブタイミングが低速バルブタイミングに設定されているときに、排気弁を排気行程の途中で閉弁させ、吸気行程の途中から吸気弁を開弁させることで、排気行程途中より燃焼ガスを筒内にとどめたままピストンを上昇させて圧縮し、吸気行程に入ってピストンが下降することにより筒内圧力が大気圧と略同一となった時点で吸気弁を開弁させて、筒内に残留している燃焼ガス（内部EGRガス）の上に、新気を流入させるようにして、EGRガスと新気との成層化を図るようにしたものがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、ミラーサイクルを用いて、ノンスロットル運転を行う際、低負荷域では、吸気弁の開期間が極めて短くなることから、有効圧縮比が減少して、燃焼が悪化し、燃費向上効果が目減りしてしまうという問題点があった。そこで、EGRガスを筒内に残し、EGRガスと新気とを成層化して、作動ガス量を増やし、有効圧縮比を向上させて、燃焼改善を図ることが考えられた。

【0005】バルブタイミングの制御でEGRガスと新気との成層化を図る技術としては、前記公報に記載の技術が知られているが、排気弁の閉タイミングを排気上死点前の早い時期としているため、ポンプロスが大きくなる。また、スワールの生成や燃料噴射タイミングの最適化を行っていないため、混合気の成層化が不十分となる。

【0006】本発明は、このような実状に鑑み、電磁駆動式の吸気弁及び排気弁を備えて、ノンスロットル運転を行う内燃機関（ミラーサイクルエンジン）において、EGRガスと新気との成層化により、有効圧縮比を向上させて、燃焼改善を図ると共に、ポンプロスの増大を抑制できるようにすることを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】このため、請求項1に係る発明では、電磁駆動式の吸気弁及び排気弁を備え、吸気弁の開期間を制御することにより吸入空気量を制御する内燃機関において、排気行程終了後も所定期間、排気弁を開いて、燃焼室内に排気を吸い戻す排気弁制御手段と、燃焼室内に吸い戻す排気にスワールを付与する排気スワール付与手段と、排気弁の閉弁後、点火時期までに、吸気弁を開いて、燃焼室内に新気を吸入する吸気弁制御手段と、燃焼室内に吸入する新気にスワールを付与する新気スワール付与手段と、前記新気のスワール流に乗せるように燃料噴射弁より燃料を噴射させる燃料噴射制御手段と、を設けて、内燃機関の燃焼制御装置を構成する。

【0008】すなわち、排気行程終了（排気上死点）後も所定期間、排気弁を開いて、燃焼室内に排気を吸い戻すと共に、この排気（EGRガス）にスワールを付与す

る。そして、排気弁の開弁後、点火時期までに、吸気弁を開いて、燃焼室内に新気を吸入すると共に、この新気にスワールを付与し、更に、この新気のスワール流に乗せるように燃料噴射弁より燃料を噴射させる。

【0009】このようにすることで、燃焼室内の下側に排気（EGRガス）、上側に新気と燃料との混合気を位置させ、また、スワール流を生成することで縦方向の乱れを生じさせずに、排気の上側に混合気を良好に成層化することができる。よって、作動ガス量を増やし、有効圧縮比を向上させて、燃焼改善を図ることができ、また、高温の排気からの受熱による混合気の温度上昇によっても燃焼改善を図ることができる。また、排気行程途中で排気弁を閉じて燃焼室内に燃焼ガスをとどめる場合に比べ、燃焼ガスの圧縮（温度上昇による熱の逃げ）によるポンプロスを低減できる。

【0010】請求項2に係る発明では、前記排気スワール付与手段は、前記排気弁制御手段により、1気筒につき2個備えられる排気弁のうち一方の排気弁のみを開いて、スワールを付与することを特徴とする。請求項3に係る発明では、前記新気スワール付与手段は、前記吸気弁制御手段により、1気筒につき2個備えられる吸気弁のうち前記一方の排気弁と対角線上にある吸気弁のみを開いて、スワールを付与することを特徴とする。

【0011】請求項4に係る発明では、前記吸気弁制御手段は、排気弁の開弁後の吸気行程中に、吸気弁を開いて、燃焼室内に新気を吸入することを特徴とする。請求項5に係る発明では、前記吸気弁制御手段は、圧縮行程中で、燃焼室内に負圧が存在する条件にて、吸気弁を開いて、燃焼室内に新気を吸入することを特徴とする。

【0012】

【発明の効果】請求項1に係る発明によれば、排気弁及び吸気弁のバルブタイミングの制御、スワールの生成、及び燃料噴射タイミングの最適化により、燃焼室内にて排気ガス（EGRガス）の上側に混合気の成層化を図ることができ、作動ガス量を増やし、有効圧縮比を向上させて、燃焼改善を図ることができると共に、ポンプロスの増大を抑制することができる。

【0013】請求項2に係る発明によれば、1気筒につき2個備えられる排気弁のうち一方の排気弁のみを開いて、吸い戻す排気にスワールを付与することで、特別な弁装置を設けることなく、簡単に実施できる。請求項3に係る発明によれば、1気筒につき2個備えられる吸気弁のうち一方の吸気弁のみを開いて、吸入する新気にスワールを付与することで、特別な弁装置を設けることなく、簡単に実施でき、また、スワール付与用の排気弁と対角線上の吸気弁とすることで、スワールを助長でき、成層化がより良好になる。

【0014】請求項4に係る発明によれば、吸気弁の開タイミグを排気弁閉弁後の吸気行程に設定することにより、ポンプロスをより低減できる。請求項5に係る発

明によれば、吸気弁の開タイミグを圧縮行程中で燃焼室内に負圧が存在する条件に設定することにより、新気を負圧により勢いよく吸入できて、ガス流動を強くすることができ、また、着火までの時間が短くなるため、成層状態を維持しやすくなる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1は本発明の実施形態を示す内燃機関のシステム図、図2は内燃機関の概略平面図である。内燃機関1の各気筒のピストン2により画成される燃焼室3には、点火栓4を囲むように、2個ずつ、電磁駆動式の吸気弁5A、5B及び排気弁6A、6Bを備えている。7は吸気通路、8は排気通路である。

【0016】吸気弁5A、5B及び排気弁6A、6Bの電磁駆動装置の基本構造を図3に示す。弁体20の弁軸21にプレート状の可動子22が取り付けられており、この可動子22はスプリング23、24により中立位置に付勢されている。そして、この可動子22の下側に開弁用電磁コイル25が配置され、上側に閉弁用電磁コイル26が配置されている。

【0017】従って、開弁させる際は、上側の閉弁用電磁コイル26への通電を停止した後、下側の開弁用電磁コイル25に通電して、可動子22を下側へ吸着することにより、弁体20をリフトさせて開弁させる。逆に、閉弁させる際は、下側の開弁用電磁コイル25への通電を停止した後、上側の閉弁用電磁コイル26に通電して、可動子22を上側へ吸着することにより、弁体20をシート部に着座させて閉弁させる。

【0018】図1に戻って、吸気通路7には、各気筒毎の吸気ポート部分に、電磁式の燃料噴射弁9が設けられている。ここにおいて、吸気弁5A、5B、排気弁6A、6B、燃料噴射弁9及び点火栓4の作動は、コントロールユニット10により制御され、このコントロールユニット10には、機関回転に同期してクランク角信号を出力しこれにより機関回転数を検出可能なクランク角センサ11、アクセル開度（アクセルペダルの踏み込み量）を検出するアクセルペダルセンサ12、吸気通路7にて吸入空気量を検出するエアフローメータ13等から、信号が入力されている。

【0019】このコントロールユニット10により、排気弁制御手段、吸気弁制御手段、及び燃料噴射制御手段が構成され、また、排気弁制御及び吸気弁制御に際し片方の排気弁及び吸気弁のみを開くことで、排気スワール付与手段及び新気スワール付与手段が構成される。図4はコントロールユニット10内のマイクロコンピュータにより実行される制御フローを示している。

【0020】ステップ1（図にはS1と記す。以下同様）では、排気弁の開タイミグ（EVO）を、例えば下死点（BDC）付近に設定する。すなわち、目標空気量に応じて熱効率が最良となる開タイミグに設定す

る。ステップ2では、排気弁の開タイミング（EVC）を、上死点（TDC）より所定期間後（吸気行程中）に設定する。

【0021】尚、ここで設定する排気弁の開閉タイミングは、一方の排気弁6Aについてであり、他方の排気弁6Bについては、閉じたままとするか、下死点（BDC）付近で開弁させ、上死点（TDC）付近で閉弁させる。ステップ3では、吸気弁の開タイミング（IVO）を、排気弁の開タイミング（EVC）の直後の吸気行程中に設定する。

【0022】ステップ4では、アクセル開度（負荷）及び機関回転数に基づいて、目標空気量（目標吸入空気量）を演算する。ステップ5では、吸気弁の開タイミング（IVC）を、目標空気量に応じ、目標空気量が多いほど遅らせるように、設定する。尚、ここで設定する吸気弁の開閉タイミングは、前記一方の排気弁6Aと対角線上にある吸気弁5Bについてであり、他方の吸気弁5Aについては、高負荷域を除き、閉じたままとする。

【0023】ステップ6では、吸気弁の開期間に対応させて、燃焼室内に吸入される空気によって燃料が運ばれるように、燃料噴射弁の燃料噴射タイミングを、吸気弁の開タイミングよりやや早いタイミングに設定する。ステップ7では、エアフローメータからの信号に基づいて実空気量（実吸入空気量）を検出する。

【0024】ステップ8では、実空気量に対し、所定の空燃比となるように、燃料噴射弁の燃料噴射量（噴射時間）を演算する。このような設定により、図5及び図6に示すようなタイミングで作動させる。すなわち、排気行程にて排気弁を開くが、一方の排気弁6Aについては、排気行程終了（TDC）後も所定期間、開弁させる。このとき吸気弁は閉じたままである。従って、ピストンの下降に伴って、一方の排気弁6Aより燃焼室内に排気が吸い戻されると共に、燃焼室内に排気スワール流が生成される。

【0025】そして、前記所定期間の後、排気弁6Aを閉じた直後に、その排気弁6Aと対角線上にある吸気弁5Bのみを開弁させる。これにより、ピストンの下降に伴って、その吸気弁5Bより燃焼室内に新気が吸入されると共に、燃焼室内に新気スワール流が生成される。このように、同方向のスワール流を生成することで、燃焼室内の下側に排気スワール流、上側に新気スワール流がそれぞれ独立に形成されて維持される。

【0026】また、吸気弁の開期間に対応させて、最適なタイミングで燃料噴射弁の燃料噴射を行わせることで、噴射燃料が新気に運ばれて混合するので、混合気を点火栓側の燃焼室上方空間に成層化できる。この後、目標空気量に対応した量の新気を吸入した頃に、吸気弁の開タイミングとなって、吸気行程途中で吸気弁5Bが閉じる。その後、圧縮行程に移行して、圧縮上死点（TDC）前で点火栓により成層状態の混合気に点火されて、

燃焼する。

【0027】この場合のPV線図は図7に示すごとくとなり、ポンプロスが低減される。次の本発明の他の実施形態について説明する。この実施形態では、図4の制御フローのステップ3において、吸気弁の開タイミング（IVO）を、圧縮行程中で、燃焼室内に負圧が存在する条件に設定する。

【0028】このような設定により、図8及び図9に示すようなタイミングで作動させる。すなわち、排気行程にて排気弁を開くが、一方の排気弁6Aについては、排気行程終了（TDC）後も所定期間、開弁させる。このとき吸気弁は閉じたままである。従って、ピストンの下降に伴って、一方の排気弁6Aより燃焼室内に排気が吸い戻されると共に、燃焼室内に排気スワール流が生成される。

【0029】そして、前記所定期間の後、排気弁6Aを閉じるが、吸気行程中は吸気弁を閉弁状態に維持する。従って、ピストンの下降により、燃焼室内は負圧となる。圧縮行程に移行してから、所定期間後、まだ燃焼室内が負圧であるときに、前記一方の排気弁6Aと対角線上にある吸気弁5Bのみを開弁させる。これにより、燃焼室内の負圧によって、その吸気弁5Bより燃焼室内に新気が勢いよく吸入されると共に、燃焼室内に新気スワール流が生成される。このように、同方向のスワール流を生成することで、燃焼室内の下側に排気スワール流、上側に新気スワール流がそれぞれ独立に形成されて維持される。

【0030】また、吸気弁の開期間に対応させて、最適なタイミングで燃料噴射弁の燃料噴射を行わせることで、噴射燃料が新気に運ばれて混合するので、混合気を点火栓側の燃焼室上方空間に付勢して成層化できる。この後、目標空気量に対応した量の新気を吸入した頃に、吸気弁の開タイミングとなって、圧縮行程途中で吸気弁5Bが閉じる。その後、圧縮上死点（TDC）前で点火栓により成層状態の混合気に点火されて、燃焼する。

【0031】この場合のPV線図は図10に示すごとくとなる。前述の実施形態に比べ、ポンプロスが増える、吸気音が悪化する等の不利はあるが、新気を負圧により勢いよく吸入できて、ガス流動を強くすることができ、また、着火までの時間が短くなるため、成層状態を保ちやすいという利点がある。尚、以上の実施形態では、新気スワールを形成する際に、一方の吸気弁のみを開くようにしたが、図11に示すように、吸気通路7にスワール制御弁14を備えて、その作動時に一方の吸気ポートを実質的に閉じる場合は、2個の吸気弁5A、5Bを互いに同期させて開閉するようにしてもよい。この場合、排気スワールを生成する際は、スワール制御弁14により常に開かれている吸気ポートに対応して新気を吸入する吸気弁5Bと対角線上にある排気弁6Aのみを開くようにする。

【0032】また、以上の実施形態では、燃料噴射弁9は吸気通路7に配置して、ポート噴射する構成としたが、燃焼室内に直接燃料を噴射する直噴式の燃料噴射弁を用いてもよく、この場合は、噴射燃料を新気のスワール流に乗せるようにするのに、噴射タイミングの制約はほとんどなくなる。

【0033】

【比較例】最後に比較例について述べる。図12は比較例1を示し、図5及び図6の第1実施形態に対し、排気弁の閉タイミングを排気上死点(TDC)より所定期間前としたものであり、排気弁の閉タイミングを早めることで、燃焼室内に燃焼ガスをとどめるものである。

【0034】図13は比較例2を示し、図8及び図9の第2実施形態に対し、排気弁の閉タイミングを排気上死点(TDC)より所定期間前としたものであり、排気弁の閉タイミングを早めることで、燃焼室内に燃焼ガスをとどめるものである。ここで、比較例1(図12)の場合のPV線図は図14に示すごとくとなり、比較例2(図13)の場合のPV線図は図15に示すごとくとなる。これらから分かるように、比較例1、2の場合は、ポンプロスが増大してしまう。また、排気を吸い戻すものではないので、スワールを付与することが困難で、成層化が不十分となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態を示す内燃機関のシステム図

【図2】 内燃機関の概略平面図

【図3】 吸気弁及び排気弁の電磁駆動装置の基本構造図

【図4】 制御フローを示す図

【図5】 第1実施形態のバルブタイミング及び燃料噴射期間を示す図

【図6】 第1実施形態のバルブタイミングを示す図

【図7】 第1実施形態のPV線図

【図8】 第2実施形態のバルブタイミング及び燃料噴射期間を示す図

【図9】 第2実施形態のバルブタイミングを示す図

【図10】 第2実施形態のPV線図

【図11】 スワール制御弁を用いる場合の内燃機関の概略平面図

【図12】 比較例1のバルブタイミングを示す図

【図13】 比較例2のバルブタイミングを示す図

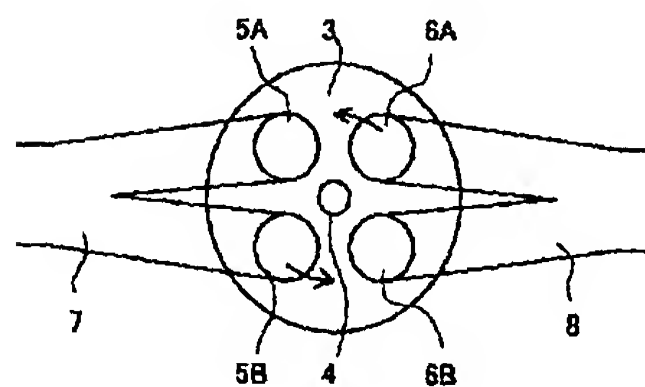
【図14】 比較例1のPV線図

【図15】 比較例2のPV線図

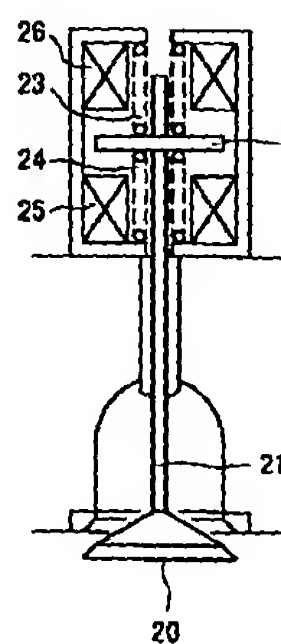
【符号の説明】

- 1 内燃機関
- 2 ピストン
- 3 燃焼室
- 4 点火栓
- 5A, 5B 吸気弁
- 6A, 6B 排気弁
- 7 吸気通路
- 8 排気通路
- 9 燃料噴射弁
- 10 コントロールユニット
- 11 クランク角センサ
- 12 アクセルペダルセンサ
- 13 エアフローメータ
- 14 スワール制御弁

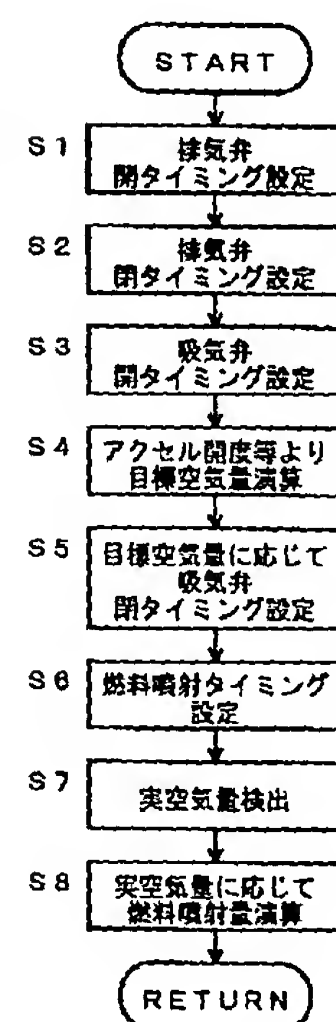
【図2】



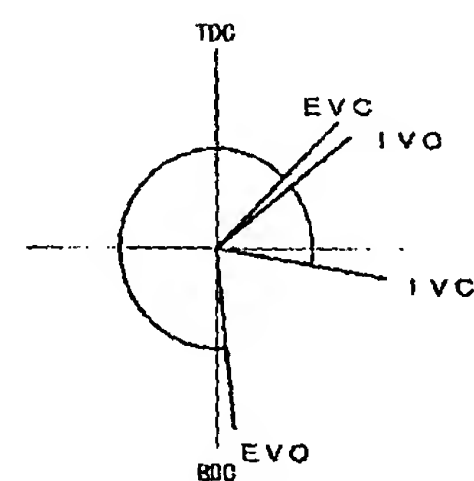
【図3】



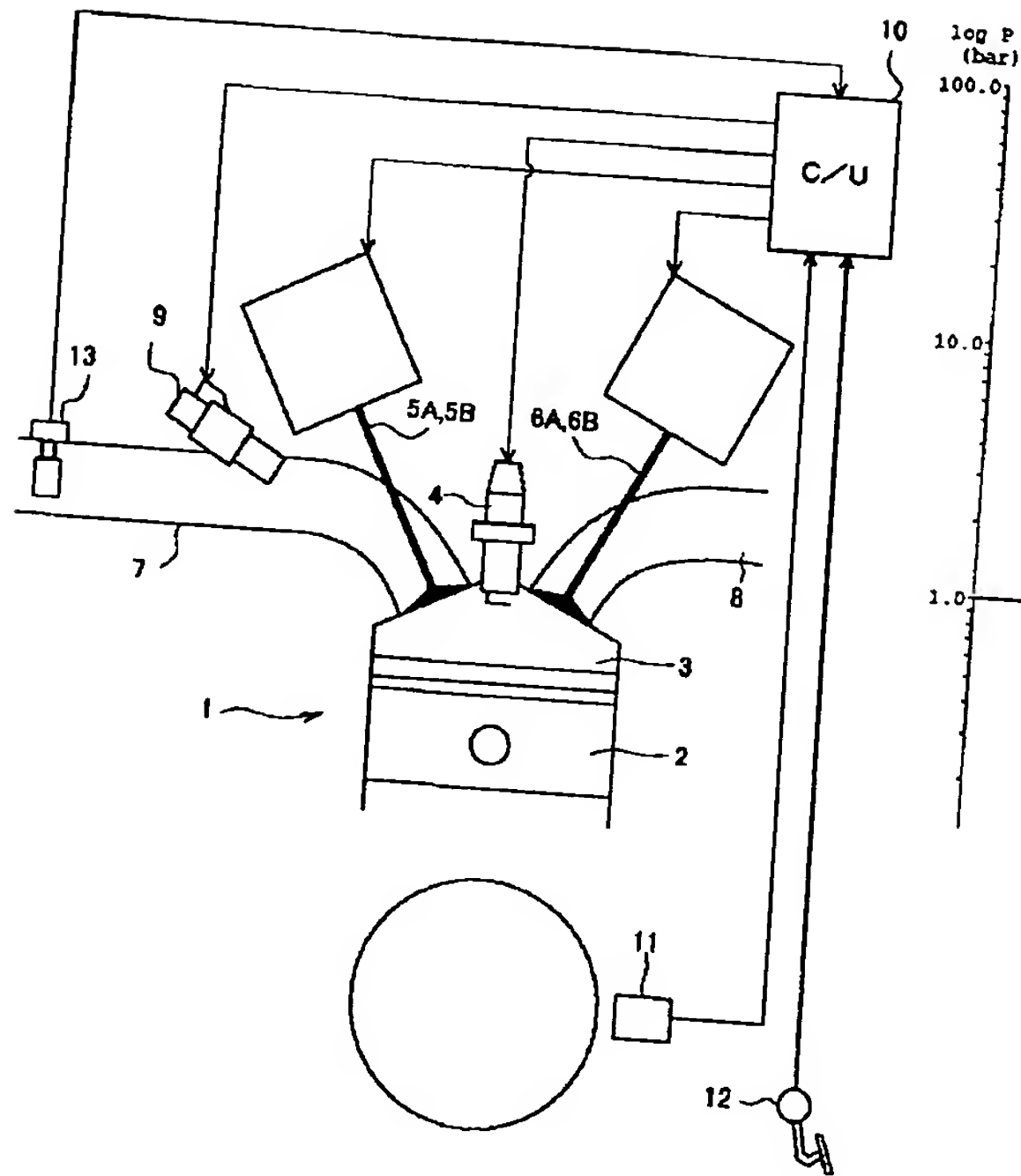
【図4】



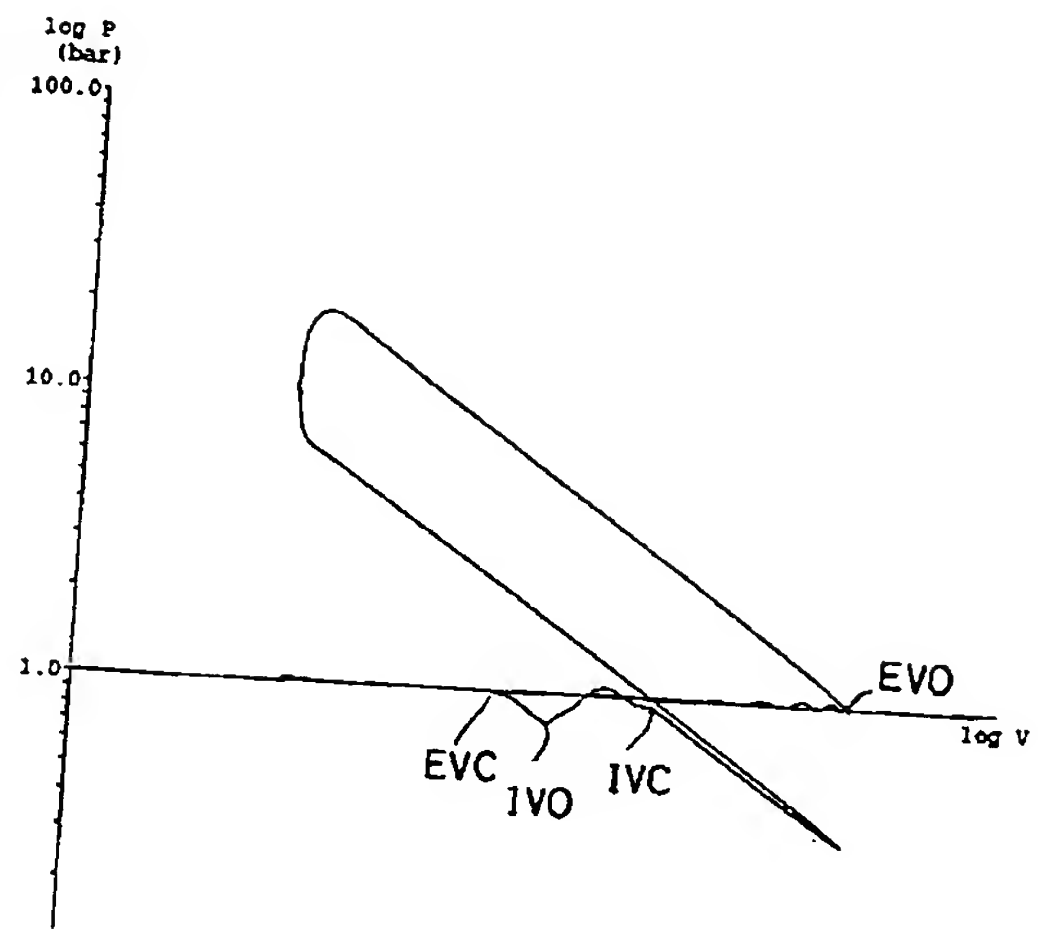
【図6】



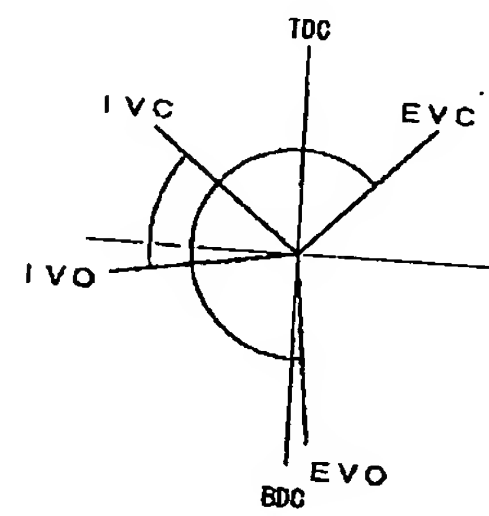
【図1】



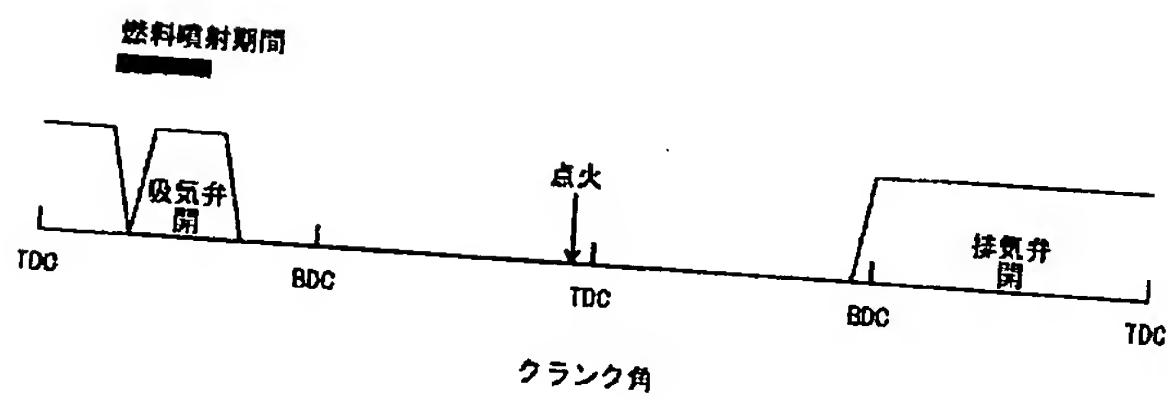
【図7】



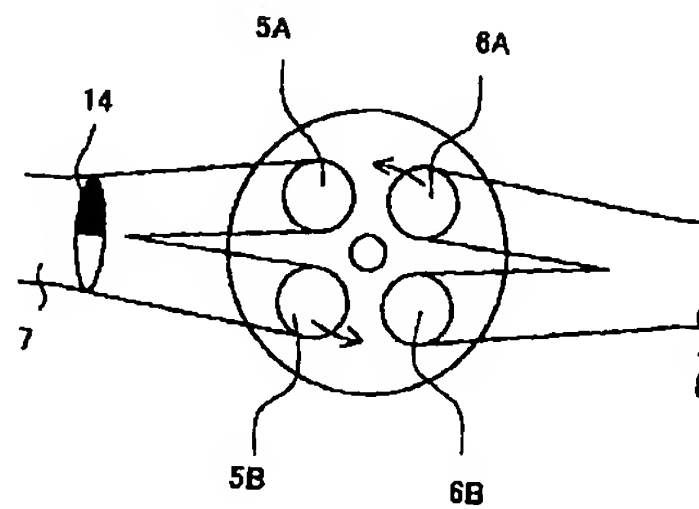
【図9】



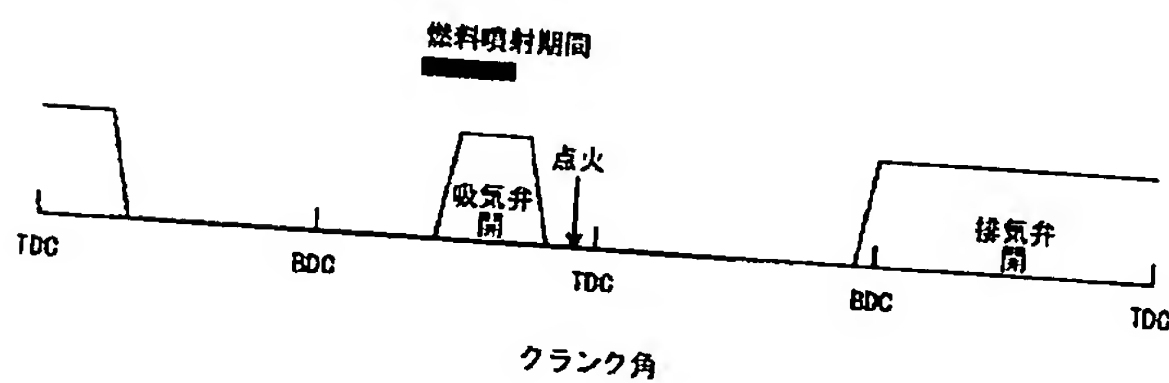
【図5】



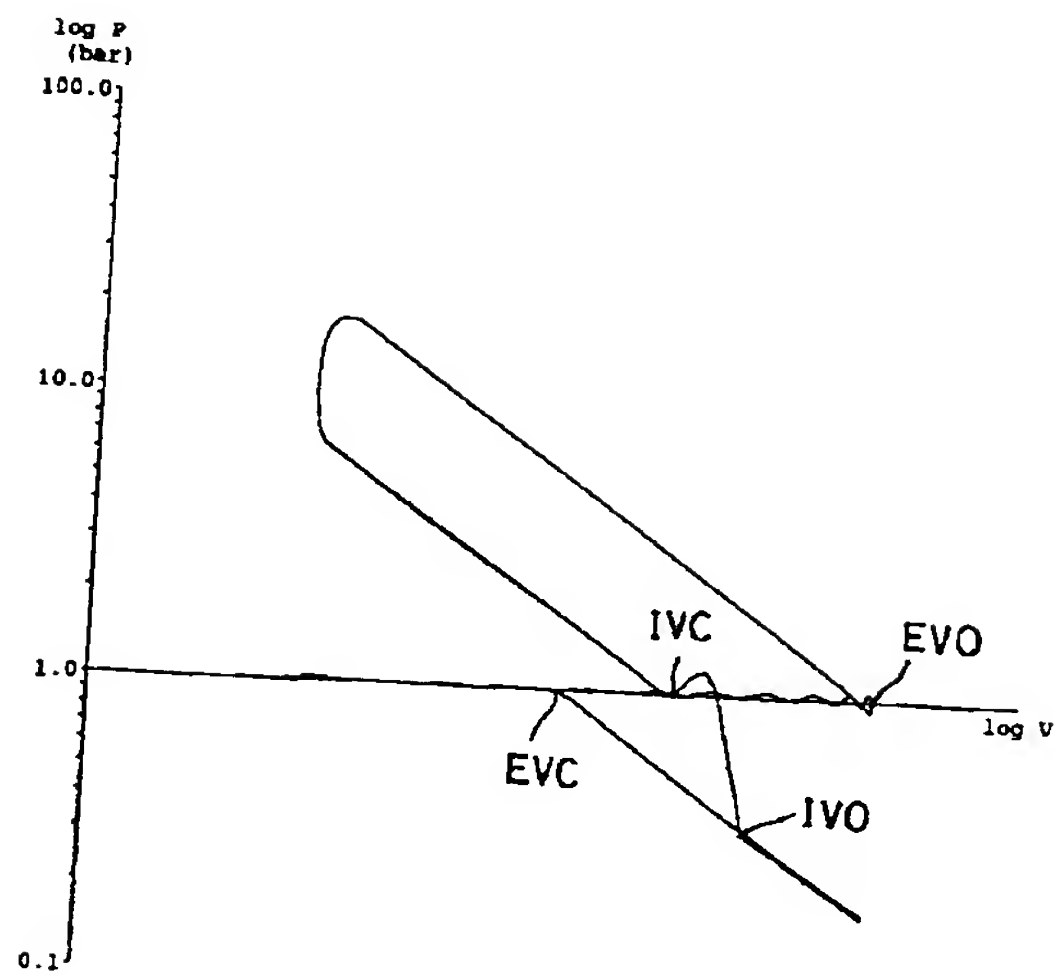
【図11】



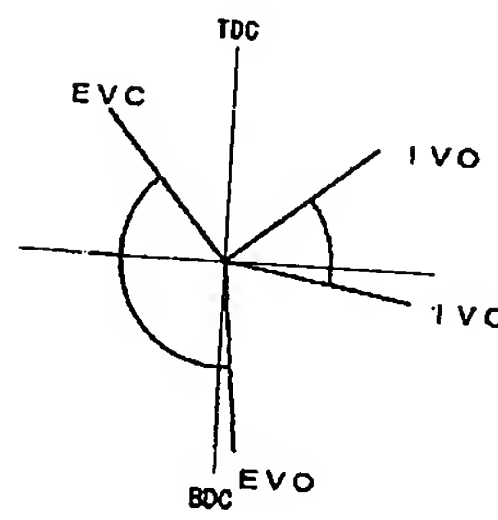
【図8】



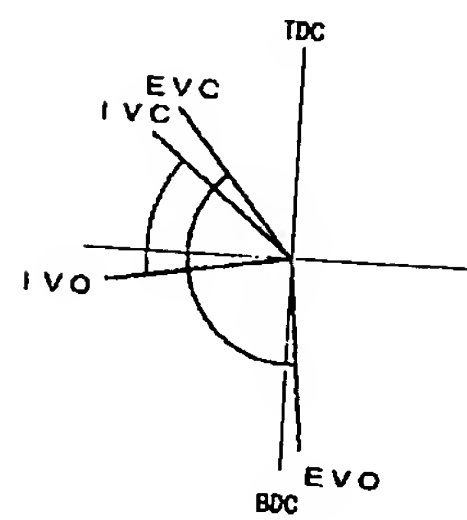
【図10】



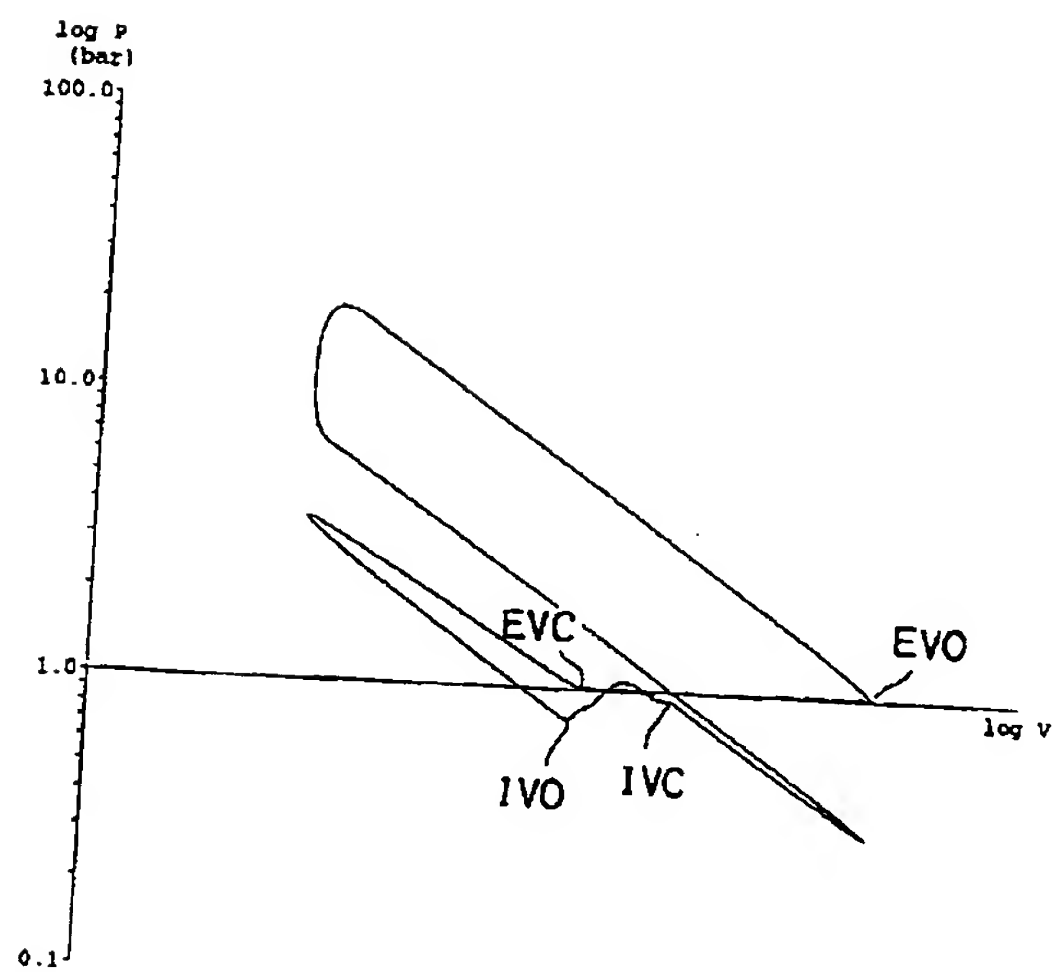
【図12】



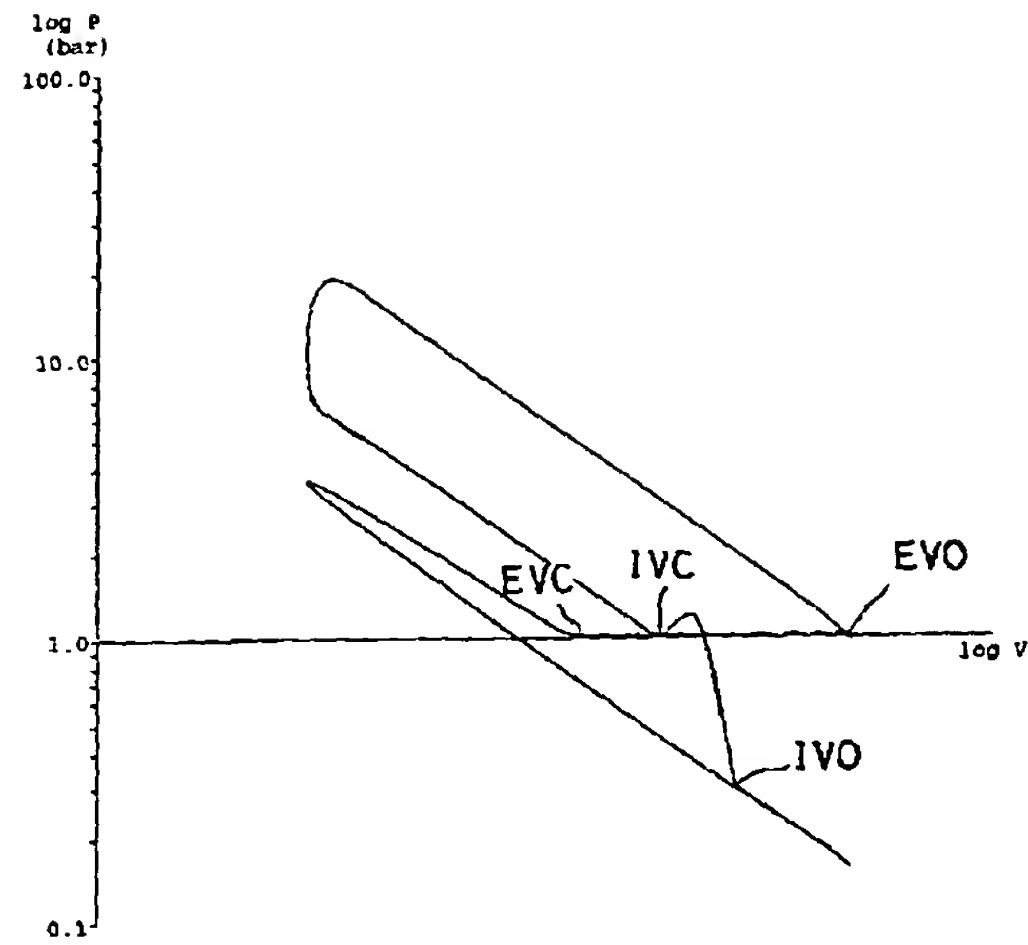
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	備考 (参考)
F 0 2 D 41/04	3 7 0	F 0 2 D 41/04	3 7 0
F 0 2 M 25/07	5 1 0	F 0 2 M 25/07	5 1 0 B
	5 7 0		5 7 0 L

Fターム(参考) 3G062 AA07 AA10 BA04 BA05 BA09
GA01
3G092 AA01 AA05 AA09 AA10 AA11
BA04 BB02 BB06 DA01 DA02
DA07 DA12 DA14 DC06 DC11
DD03 EA04 FA21 FA25 HA01Z
3G301 HA01 HA09 HA16 HA17 HA19
JA02 LA05 LA07 LB02 MA01
MA12 MA18 NE12 PA01Z